



Н.А. Скорикова  
С.В. Коновалов  
А.Г. Семеновых  
В.Г. Чащина

# **ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ЭКЗАМЕН ПО ФИЗИКЕ**

Екатеринбург  
2012

Электронный архив УГЛТУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

Н.А. Скорикова  
С.В. Коновалов  
А.Г. Семеновых  
В.Г. Чащина

## **ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ЭКЗАМЕН ПО ФИЗИКЕ**

**Задания для компьютерной проверки знаний**

Методические указания  
для студентов очной формы обучения  
всех направлений и специальностей

Екатеринбург  
2012

Печатается по рекомендации методической комиссии факультета ЛМФ.  
Протокол № 2 от 20 октября 2011 г.

Рецензент – доктор физ.-мат. наук М.П. Кащенко

Редактор О.В. Атрошенко  
Оператор компьютерной верстки Е.В. Карпова

---

Подписано в печать

Плоская печать

Заказ

Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>

Объем 3,31 п.л.

Тираж экз.

Бесплатно

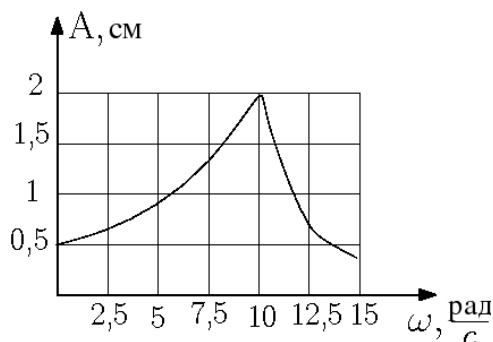
---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

**Механика**

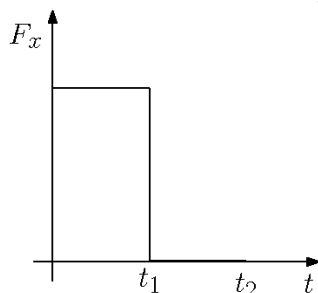
1. На рисунке представлена зависимость амплитуды колебаний груза на пружине с жесткостью  $k = 10 \text{ Н/м}$  от частоты внешней силы.



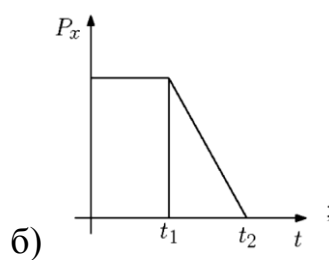
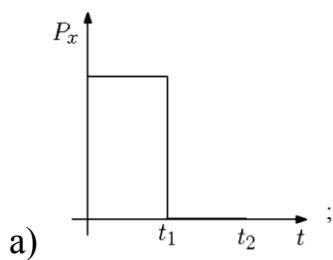
Максимальная энергия в этой системе равна:

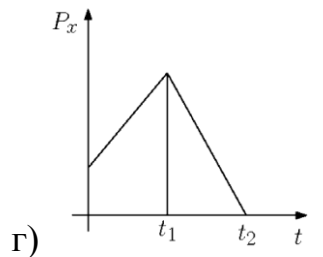
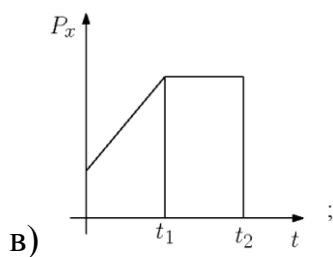
- а) 0,002 Дж;
- б) 0,004 Дж;
- в) 40 Дж;
- г) 20 Дж.

2. Материальная точка двигалась вдоль оси  $X$  равномерно с некоторой скоростью  $V_x$ . Начиная с момента времени  $t = 0$  на нее стала действовать сила  $F_x$ , график временной зависимости которой представлен на рисунке.



График, правильно отражающий зависимость величины проекции импульса материальной точки  $P_x$  от времени, будет:





3. Пи-ноль-мезон, двигавшийся со скоростью  $0,8c$  ( $c$  – скорость света в вакууме) в лабораторной системе отсчета, распадается на два фотона  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ . В собственной системе отсчета мезона фотон  $\gamma_1$  был испущен вперед, а фотон  $\gamma_2$  – назад относительно направления полета мезона. Скорость фотона  $\gamma_2$  в лабораторной системе отсчета равна:

- а)  $+0,8c$ ;
- б)  $+1,0c$ ;
- в)  $-0,2c$ ;
- г)  $-1,0c$ .

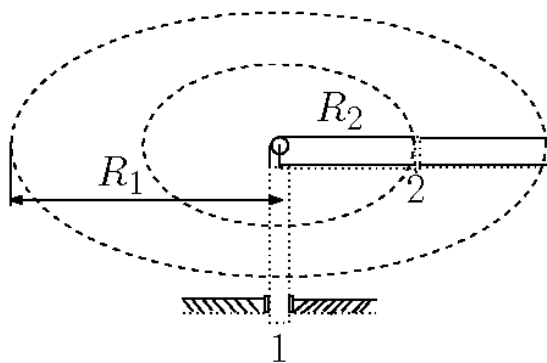
4. На частицу, находящуюся в начале координат, действует сила, вектор которой определяется выражением  $\vec{F} = 2\vec{i} + 3\vec{j}$ , где  $\vec{i}$  и  $\vec{j}$  – единичные векторы декартовой системы координат. Работа, совершенная этой силой при перемещении частицы в точку с координатами  $(0, 5)$ , равна:

- а) 25 Дж;
- б) 15 Дж;
- в) 3 Дж;
- г) 10 Дж.

5. Вокруг неподвижной оси с угловой скоростью  $\omega_1$  свободно вращается система из невесомого стержня и массивной шайбы, которая удерживается нитью на расстоянии  $R_1$  от оси вращения (рисунок). Потянув нить, шайбу перевели в положение 2, и она стала двигаться по окружности радиусом

$R_2 = \frac{1}{2} R_1$  с угловой скоростью:

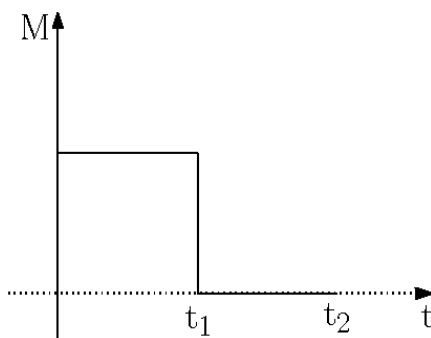
- а)  $\omega_2 = \frac{1}{4} \omega_1$ ;
- б)  $\omega_2 = \frac{1}{2} \omega_1$ ;
- в)  $\omega_2 = 4\omega_1$ ;
- г)  $\omega_2 = 2\omega_1$ .



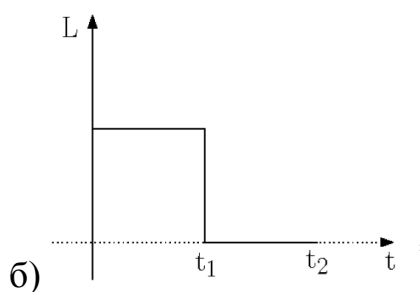
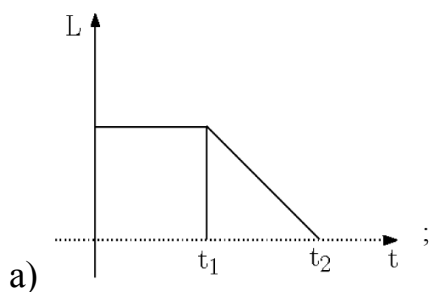
6. Шар и полая сфера, имеющие одинаковые массы и радиусы, вкатываются без проскальзывания на горку. Если начальные скорости этих тел одинаковы:

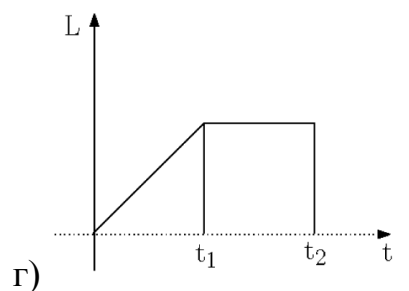
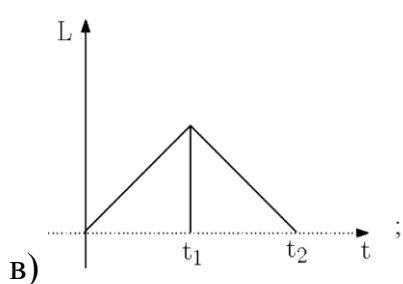
- а) выше поднимется полая сфера;
- б) выше поднимется шар;
- в) оба тела поднимутся на одну и ту же высоту.

7. Диск начинает вращаться под действием момента сил, график временной зависимости которого представлен на рисунке.



Укажите график, правильно отражающий зависимость момента импульса диска от времени:





8. Точка М движется по окружности с постоянным тангенциальным ускорением. Если проекция тангенциального ускорения на направление скорости положительна, то величина нормального ускорения:

- а) уменьшается;
- б) не изменяется;
- в) увеличивается.

9. Материальная точка М движется по окружности со скоростью  $\vec{V}$ . На рис. 1 показан график зависимости  $V_\tau$  от времени ( $\vec{\tau}$  – единичный вектор положительного направления,  $V_\tau$  – проекция  $\vec{V}$  на это направление). На рис. 2 укажите направление ускорения точки М в момент времени  $t_2$ :

- а) 4;
- б) 3;
- в) 2;
- г) 1.

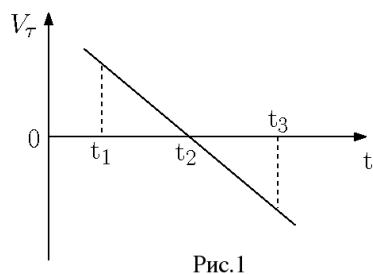


Рис.1

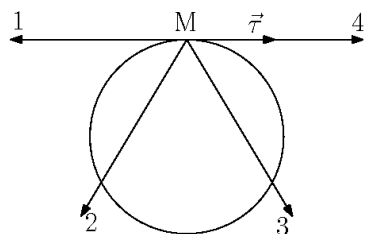
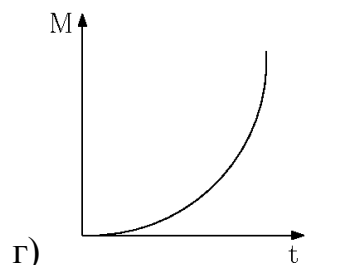
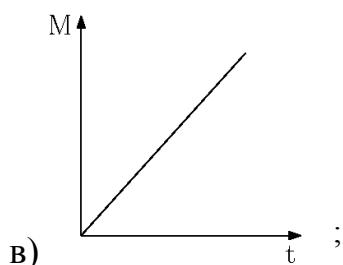
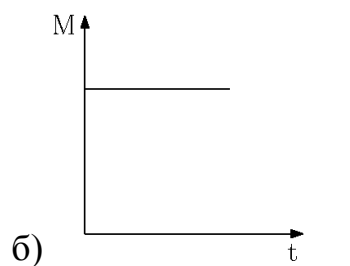
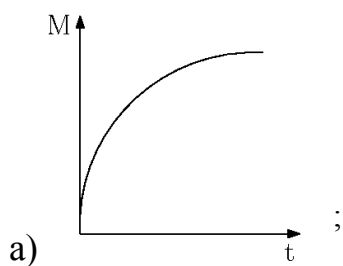


Рис.2

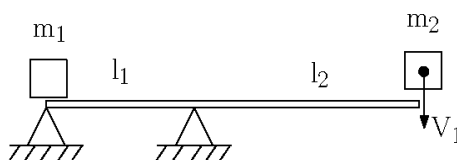
10. Момент импульса тела относительно неподвижной оси изменяется по закону  $L = ct^{\frac{3}{2}}$ . Укажите график, правильно отражающий зависимость величины момента сил, действующих на тело, от времени:



11. Сплошной и полый (трубка) цилиндры, имеющие одинаковые массы и радиусы, скатываются без проскальзывания с горки высотой  $h$ . Тогда верным утверждением относительно времени скатывания к основанию горки является:

- а) оба тела скатятся одновременно;
- б) быстрее скатится полый цилиндр;
- в) быстрее скатится сплошной цилиндр.

12. Невесомая доска покоится на двух опорах. Правая опора делит длину доски на две неравные части. На правый конец доски падает тело массой  $m_2 = 2$  кг, теряя при ударе всю свою скорость. После удара первое тело массой  $m_1 = 1$  кг приобретает скорость  $V_1$ , причем  $V_1 = \frac{2}{3} V_2$  (рисунок).



В этом случае соотношение, в котором правая опора делит длину доски, равно:

- а)  $l_1 = \frac{4}{3} l_2$ ;
- б)  $l_1 = 3 l_2$ ;
- в)  $l_1 = l_2$ ;
- г)  $l_1 = \frac{1}{3} l_2$ .

13. Космический корабль с двумя космонавтами летит со скоростью  $V = 0,8c$  ( $c$  – скорость света в вакууме). Один из космонавтов медленно поворачивает метровый стержень из положения 1, параллельного



направлению движения, в положение 2, перпендикулярное этому направлению. Тогда длина стержня с точки зрения другого космонавта:

- а) изменится от 0,6 м в положении 1 до 1,0 м в положении 2;
- б) равна 1,0 м при любой его ориентации;
- в) изменится от 1,0 м в положении 1 до 1,67 м в положении 2;
- г) изменится от 1,0 м в положении 1 до 0,6 м в положении 2.

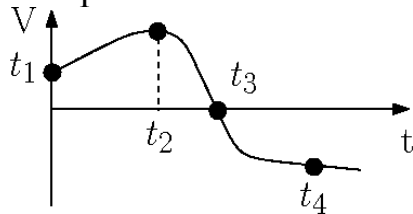
14. При центральном упругом ударе движущееся тело массой  $m_1$  ударяется в покоящееся тело массой  $m_2$ , в результате чего скорость первого тела уменьшилась в 2 раза. Определить, во сколько раз масса первого тела больше массы второго:

- а) в 2 раза;
- б) в 2,5 раза;
- в) в 3 раза;
- г) в 1,5 раза;
- д) массы равны.

15. Относительной величиной является:

- а) длительность события;
- б) барионный заряд;
- в) электрический заряд;
- г) скорость света в вакууме.

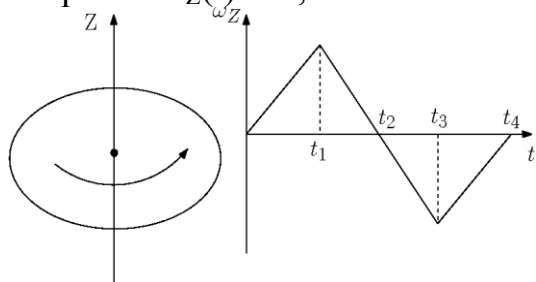
16. Материальная точка движется по окружности. На рисунке изображена зависимость ее скорости от времени.



Точка имеет только тангенциальную составляющую ускорения ( $a_\tau$ ) в момент времени:

- а)  $t_2$ ;
- б)  $t_1$ ;
- в)  $t_4$ ;
- г)  $t_3$ .

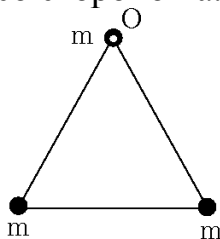
17. Диск вращается вокруг своей оси, изменяя проекцию своей угловой скорости  $\omega_z(t)$  так, как показано на рисунке.



Вектор угловой скорости  $\vec{\omega}$  и вектор углового ускорения  $\vec{\epsilon}$  направлены по оси  $Z$  в интервале времени:

- а) от  $t_1$  до  $t_2$ ;
- б) от  $t_2$  до  $t_3$ ;
- в) от  $0$  до  $t_1$ ;
- г) от  $t_3$  до  $t_4$ .

18. Дана система трех точечных масс, расположенных в вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a$ .



Момент инерции системы относительно оси, проходящей через точку  $O$  перпендикулярно чертежу:

- а)  $2ma^2$ ;
- б)  $ma^2$ ;
- в)  $3ma$ ;
- г)  $3ma^2$ .

19. Предмет движется со скоростью  $0,6c$ . Тогда его длина:

- а) уменьшается на 10 %;
- б) увеличивается на 10 %;
- в) уменьшается на 20 %;
- г) увеличивается на 20 %.

20. Тело двигалось по окружности с постоянной по модулю скоростью, равной 10 м/с в течение четверти периода. Модуль изменения скорости тела примерно равен:

- а) 14;
- б) 2,5;
- в) 10;
- г) 20;
- д) 0.

21. Шарик скатывается по желобу, изогнут в виде дуги окружности. Стрелками указано направление линейной скорости центра масс шарика.



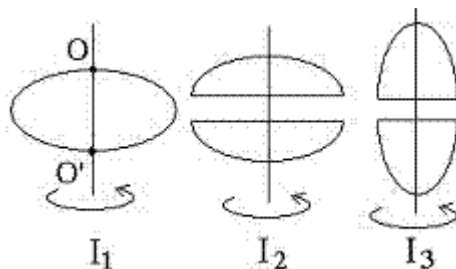
Для положения 4 правильно указаны следующие направления углового ускорения и момента внешних сил:

- а) угловая скорость и момент сил направлены к нам перпендикулярно плоскости рисунка;
- б) угловое ускорение и момент сил направлены от нас перпендикулярно плоскости рисунка;
- в) угловое ускорение и момент сил совпадают с направлением скорости;
- г) угловое ускорение направлено к нам, момент сил направлен от нас перпендикулярно плоскости рисунка;
- д) угловое ускорение и момент сил противоположно направлены скорости.

22. Инвариантной величиной является:

- а) длительность события;
- б) скорость света в вакууме;
- в) длина предмета;
- г) импульс частицы.

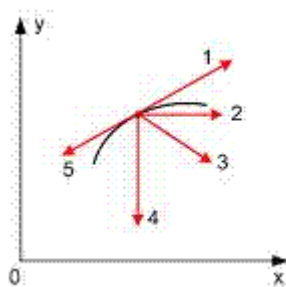
23. Из жести вырезали три одинаковые детали в виде эллипса. Две детали разрезали пополам вдоль разных осей симметрии. Затем все части раздвинули друг от друга на одинаковое расстояние и расставили симметрично относительно оси  $OO'$ .



Для моментов инерции относительно оси  $OO'$  справедливо отношение:

- а)  $I_1 < I_2 = I_3$ ;
- б)  $I_1 = I_2 > I_3$ ;
- в)  $I_1 < I_2 < I_3$ ;
- г)  $I_1 > I_2 > I_3$ .

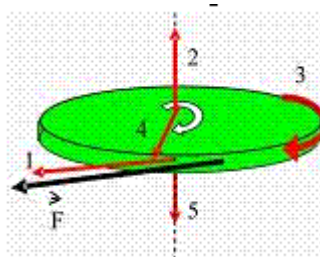
24. Тело брошено под углом к горизонту и движется в поле силы тяжести Земли. На рисунке изображен восходящий участок траектории данного тела.



Правильно изображает полное ускорение вектор:

- а) 5;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4;
- д) 1.

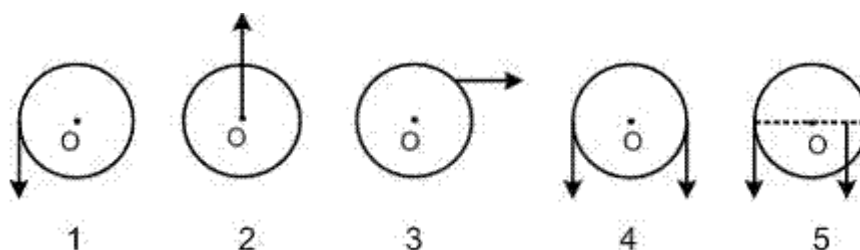
25. Колесо вращается так, как показано на рисунке стрелкой. К ободу колеса приложена сила, направленная по касательной.



Правильно изображает полное ускорение колес вектор:

- а) 1;
- б) 3;
- в) 2;
- г) 5;
- д) 4.

26. На рисунке к диску, который может свободно вращаться вокруг оси, проходящей через точку О, прикладывают одинаковые по величине силы.



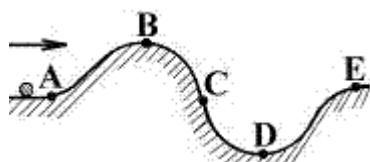
Момент сил будет максимальным в положении:

- а) 2;
- б) 1;
- в) 3;
- г) 4;
- д) 5.

27. Алюминиевый и стальной цилиндры имеют одинаковую высоту и равные массы. Относительно моментов инерции этих цилиндров справедливо следующее суждение:

- а) моменты инерции цилиндров равны;
- б) момент инерции алюминиевого цилиндра больше момента инерции стального цилиндра;
- в) момент инерции стального цилиндра больше момента инерции алюминиевого цилиндра.

28. Шарику в точке А была сообщена начальная кинетическая энергия, достаточная для прохождения в поле силы тяжести без трения подъем и впадину.

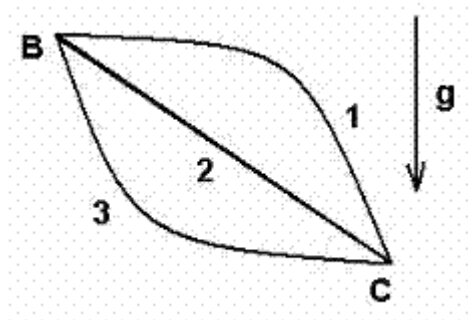


На рисунке шарик имеет наибольшую кинетическую энергию в точке:

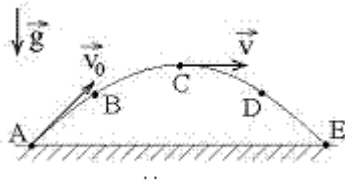
- а) В;
- б) D;
- в) С;
- г) Е.

29. Соотношение работ силы тяжести при движении тела из точки В в точку С по разным траекториям имеет вид:

- а)  $A_1 = A_2 = A_3 \neq 0$ ;
- б)  $A_1 = A_2 > A_3$ ;
- в)  $A_1 < A_2 < A_3$ ;
- г)  $A_1 > A_2 > A_3$ ;
- д)  $A_1 = A_2 = A_3 = 0$ .



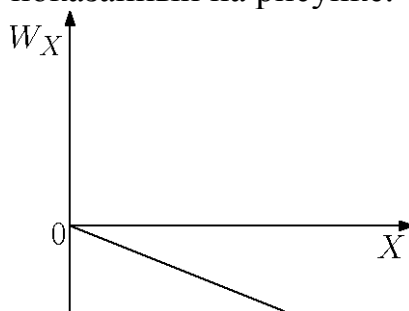
30. Камень бросили под углом к горизонту со скоростью  $V_0$ . Его траектория в однородном поле силы тяжести изображена на рисунке. Сопротивления воздуха нет.



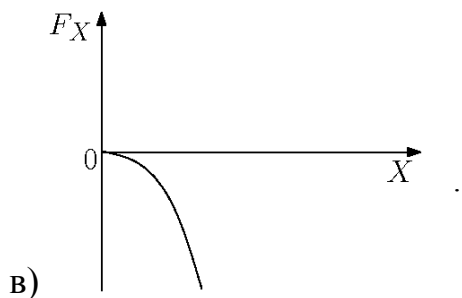
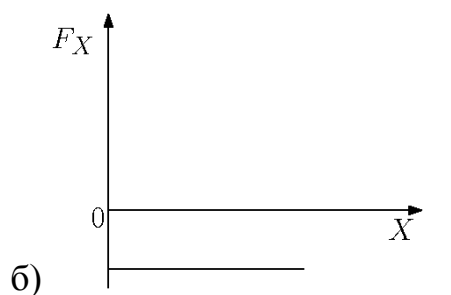
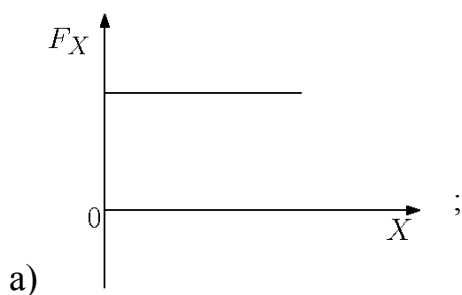
В верхней точке траектории С скорость камня достигает минимума, поэтому можно утверждать, что в точке С:

- а) нормальное ускорение камня становится равным нулю;
- б) полное ускорение камня становится равным нулю;
- в) тангенциальное ускорение камня становится равным нулю.

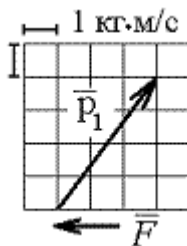
31. В потенциальном поле сила  $\vec{F}$  пропорциональна градиенту потенциальной энергии  $W_p$ . График зависимости потенциальной энергии  $W_x$  от координаты имеет вид, показанный на рисунке.



Зависимость проекции силы  $F_x$  на ось  $X$  будет:



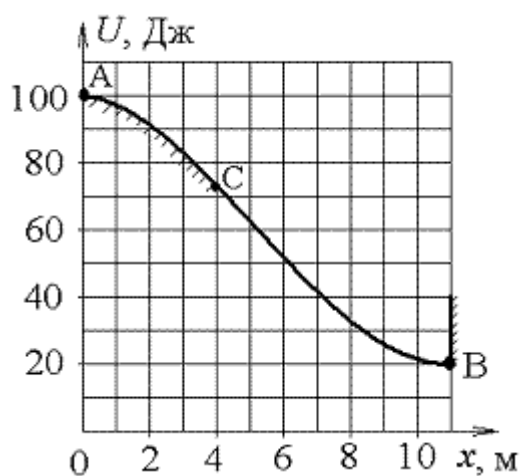
32. Теннисный мяч летел с импульсом  $p_1$  (масштаб и направление указаны на рисунке). В горизонтальном направлении на короткое время  $\Delta t = 0,1$  с на мяч подействовал порыв ветра с постоянной силой  $F = 30$  Н.



В результате действия силы величина импульса  $p_2$  стала равна:

- а)  $25 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ ;
- б)  $8 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ ;
- в)  $35 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ ;
- г)  $4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ .

33. С ледяной горки с небольшим шероховатым участком АС из точки А скатывается шайба. Зависимость потенциальной энергии шайбы от координаты  $x$  изображена на графике  $U(x)$ . При движении тела сила трения совершила работу  $A_{\text{тр}} = 20$  Дж.



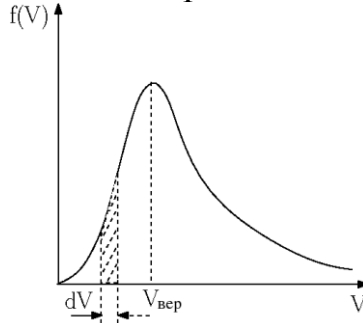
После абсолютно неупругого удара тела со стенкой в точке В выделилось:

- а) 60 Дж тепла;
- б) 100 Дж тепла;
- в) 120 Дж тепла;
- г) 80 Дж тепла.



## Молекулярная физика и термодинамика

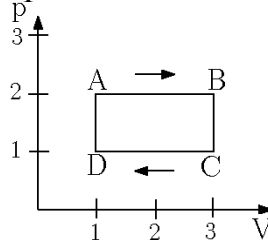
1. На рисунке представлен график функции распределения молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла), где  $f(v) = \frac{dN}{Nd v}$  – доля молекул, скорости которых заключены в интервале скоростей от  $v$  до  $v + dv$  в расчете на единицу этого интервала.



Для этой функции верным утверждением является:

- а) при изменении температуры площадь под кривой изменяется;
- б) с уменьшением температуры величина максимума уменьшается;
- в) при изменении температуры площадь под кривой не изменяется.

2. На  $(p, V)$ -диаграмме изображен циклический процесс.



На участках BC–CD температура:

- а) понижается;
- б) на BC – повышается, на CD – понижается;
- в) на BC – понижается, на CD – повышается;
- г) повышается.

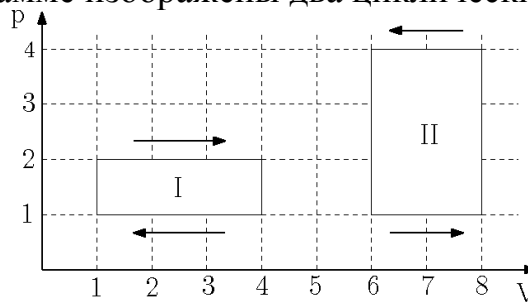
3. Средняя кинетическая энергия молекул газа при температуре  $T$  зависит от их структуры, что связано с возможностью различных видов движения атомов в молекуле. При условии, что имеют место только поступательное и вращательное движения, средняя кинетическая энергия молекул азота ( $N_2$ ) равна:

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| а) $\frac{1}{2}kT$ ; | б) $\frac{3}{2}kT$ ; |
| в) $\frac{7}{2}kT$ ; | г) $\frac{5}{2}kT$ . |

4. Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре  $T$  равна  $\varepsilon = \frac{i}{2}kT$ . Здесь  $i = n_n + n_{вр} + 2n_k$ , где  $n_n, n_{вр}, n_k$  – число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движений молекулы. Для атомарного водорода число  $i$  равно:

- а) 1;
- б) 5;
- в) 3;
- г) 7.

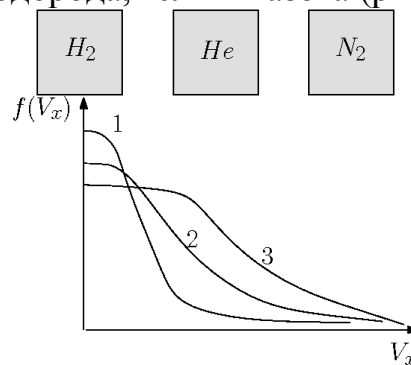
5. На  $(p, V)$ -диаграмме изображены два циклических процесса.



Отношение работ, совершенных в каждом цикле  $A_I/A_{II}$ , равно:

- а) 2;
- б)  $1/2$ ;
- в) -2;
- г)  $-1/2$ .

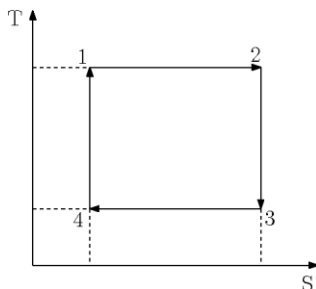
6. В трех одинаковых сосудах при равных условиях находится одинаковое количество водорода, гелия и азота (рисунок).



Распределение проекций скоростей молекул азота на произвольное направление  $X$  будет описывать кривая:

- а) 3;
- б) 1;
- в) 2.

7. На рисунке изображен цикл Карно в координатах (Т, S), где S – энтропия.



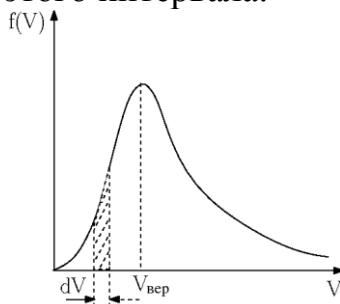
Изотермическое сжатие происходит на этапе:

- а) 4–1;
- б) 2–3;
- в) 3–4;
- г) 1–2.

8. Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре Т равна  $\varepsilon = \frac{i}{2} kT$ . Здесь  $i = n_n + n_{вр} + 2n_k$ , где  $n_n, n_{вр}, n_k$  – число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движений молекулы. Для водорода ( $H_2$ ) число  $i$  равно:

- а) 7;
- б) 5;
- в) 2;
- г) 8.

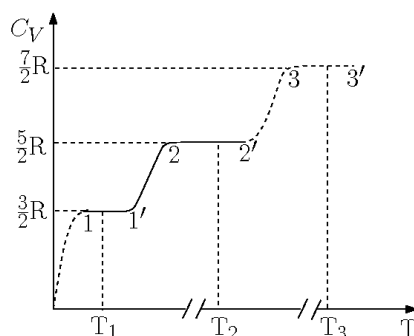
9. На рисунке представлен график функции распределения молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла), где  $f(v) = \frac{dN}{NdV}$  – доля молекул, скорости которых заключены в интервале скоростей от  $v$  до  $v + dv$  в расчете на единицу этого интервала.



Выберите верные утверждения:

- а) с ростом температуры максимум кривой смещается вправо;
- б) с ростом температуры площадь под кривой не изменяется;
- в) вид функции распределения не зависит от природы газа (от массы молекул).

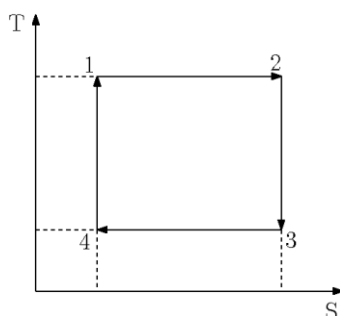
10. На рисунке схематически представлена температурная зависимость молярной теплоемкости при постоянном объеме  $C_V$  от температуры  $T$  для двухатомного газа.



На участке 2–2' молекула ведет себя как система, обладающая:

- а) тремя поступательными и двумя вращательными степенями свободы;
- б) тремя поступательными, двумя вращательными и колебательной степенями свободы;
- в) только тремя поступательными степенями свободы.

11. На рисунке изображен цикл Карно в координатах  $(T, S)$ , где  $S$  – энтропия.



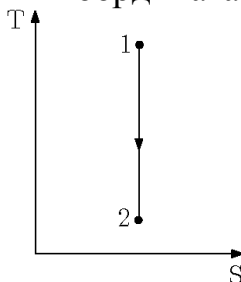
Изотермическое расширение происходит на этапе:

- а) 1–2;
- б) 2–3;
- в) 4–1;
- г) 3–4.

12. Явление теплопроводности имеет место при наличии градиента:

- а) концентрации;
- б) электрического заряда;
- в) температуры;
- г) скорости слоев жидкости.

13. Процесс, изображенный в координатах ( $T$ ,  $S$ ), является:



- а) изобарным сжатием;
- б) адиабатным растяжением;
- в) изотермическим сжатием;
- г) изохорным охлаждением.

14. Средний импульс молекулы идеального газа при уменьшении абсолютной температуры газа в 4 раза:

- а) уменьшится в 4 раза;
- б) увеличится в 2 раза;
- в) уменьшится в 2 раза;
- г) увеличится в 4 раза.

15. Изменение внутренней энергии газа произошло только за счет работы сжатия газа:

- а) в изохорном процессе;
- б) в изотермическом процессе;
- в) в адиабатическом процессе;
- г) в изобарном процессе.

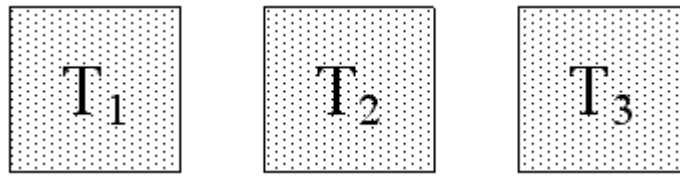
16. В процессе изотермического сообщения тепла постоянной массе идеального газа его энтропия:

- а) уменьшается;
- б) не изменяется;
- в) увеличивается.

17. В процессе обратимого адиабатического охлаждения идеального газа его энтропия:

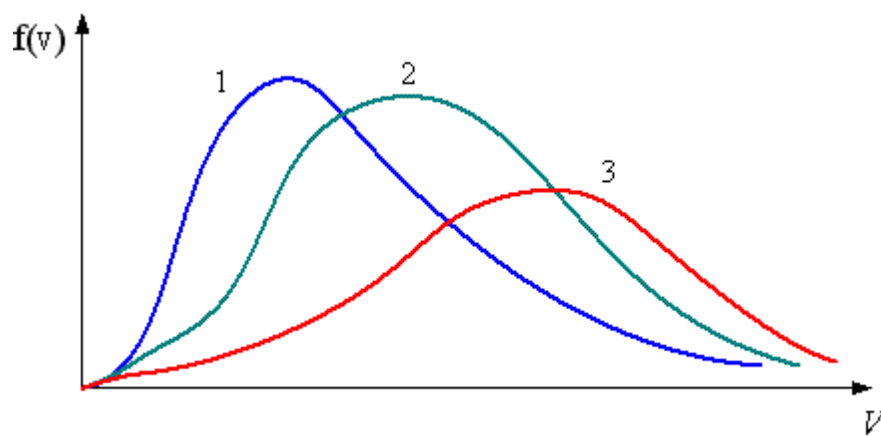
- а) уменьшается;
- б) не изменяется;
- в) увеличивается.

18. В трех одинаковых сосудах находится одинаковое количество газа, причем  $T_1 > T_2 > T_3$ :



Распределение скоростей в сосуде с температурой  $T_3$  будет описывать кривая (рисунок):

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3.



## Электричество и магнетизм

1. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S},$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S},$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV,$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0.$$

Следующая система уравнений

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = 0,$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = 0,$$

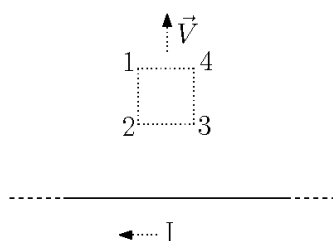
$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV,$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

справедлива:

- а) для стационарного электромагнитного поля в отсутствии заряженных тел;
- б) для стационарного электрического поля;
- в) для стационарных электрических и магнитных полей;
- г) для стационарного магнитного поля в вакууме.

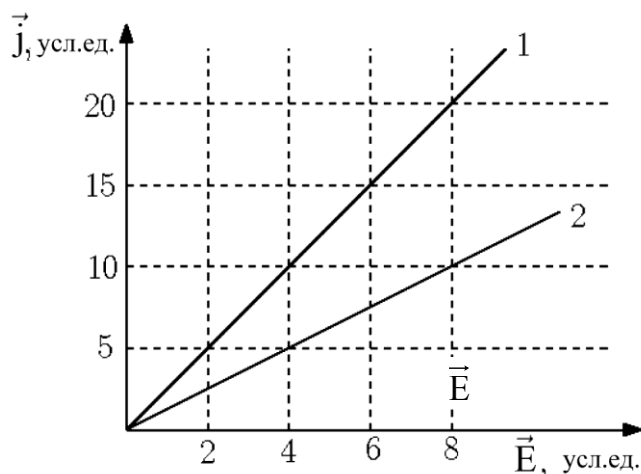
2. На рисунке показан длинный проводник с током, около которого находится небольшая проводящая рамка.



При движении рамки от проводника со скоростью  $V$  в рамке:

- а) возникнет индукционный ток в направлении 1–2 – 3–4;
- б) индукционного тока не возникнет;
- в) возникнет индукционный ток в направлении 4–3 – 2–1.

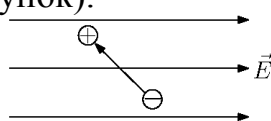
3. На рисунке представлена зависимость плотности тока  $\vec{j}$ , протекающего в проводниках 1 и 2, от напряженности электрического поля  $\vec{E}$ .



Отношение удельных сопротивлений этих проводников  $\rho_1/\rho_2$  равно:

- а)  $1/4$ ;
- б) 4;
- в)  $1/2$ ;
- г) 2.

4. Жесткий электрический диполь находится в однородном электростатическом поле (рисунок).

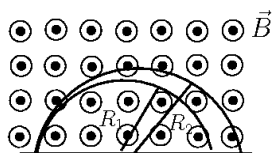


Момент сил, действующий на диполь, направлен:

- а) вдоль вектора напряженности поля;
- б) против вектора напряженности поля;
- в) от нас;
- г) к нам.

5. Пучок однократно ионизованных изотопов магния  $^{24}\text{Mg}$  и  $^{25}\text{Mg}$ , имеющих **одинаковую кинетическую энергию**, влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции (рисунок).





Радиусы окружностей, по которым движутся ионы, связаны соотношением:

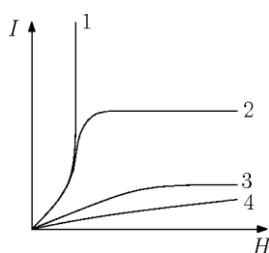
а)  $R_1 = \sqrt{\frac{25}{24}} R_2$ ;

б)  $R_1 = \frac{24}{25} R_2$ ;

в)  $R_1 = \frac{25}{24} R_2$ ;

г)  $R_1 = \sqrt{\frac{24}{25}} R_2$ .

6. На рисунке представлены графики, отражающие характер зависимости величины намагниченности  $\vec{I}$  вещества (по модулю) от напряженности магнитного поля  $\vec{H}$ .



Укажите зависимость, соответствующую **ферромагнетикам**:

а) 2;

б) 4;

в) 1;

г) 3.

7. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S},$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S},$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int (V) \rho dV,$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0.$$

Следующая система уравнений

$$\oint \vec{E} d\vec{l} = 0,$$

(L)

$$\oint \vec{H} d\vec{l} = \int \vec{j} d\vec{S},$$

(L)

(S)

$$\oint \vec{D} d\vec{S} = 0,$$

(S)

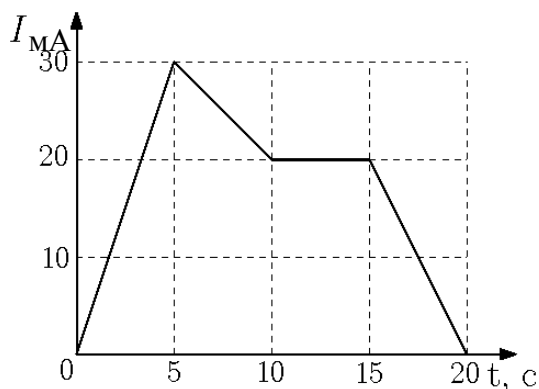
$$\oint \vec{B} d\vec{S} = 0$$

(S)

справедлива:

- а) для стационарного магнитного поля;
- б) для стационарного электромагнитного поля в отсутствии токов проводимости;
- в) для стационарных электрических и магнитных полей;
- г) для стационарного электрического поля.

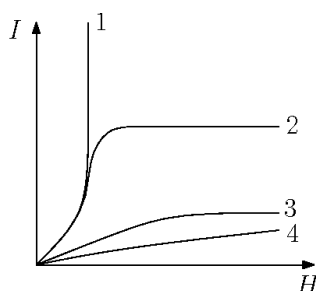
8. На рисунке показана зависимость силы тока в электрической цепи от времени.



Заряд, прошедший по проводнику на интервале времени от 5 до 15 с (в мКл), равен:

- а) 250;
- б) 225;
- в) 200;
- г) 450.

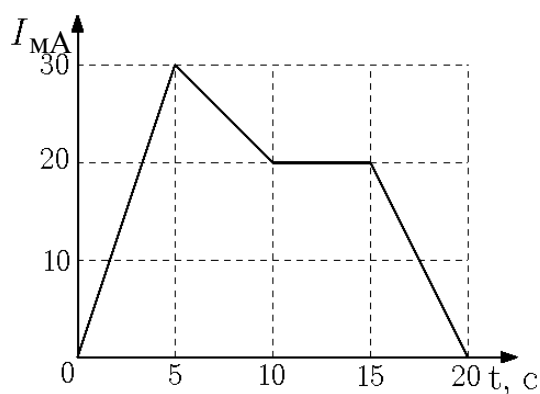
9. На рисунке представлены графики, отражающие характер зависимости величины намагниченности  $\vec{I}$  вещества (по модулю) от напряженности магнитного поля  $\vec{H}$ .



Укажите зависимость, соответствующую **диамагнетикам**:

- а) 3;
- б) 4;
- в) 1;
- г) 2.

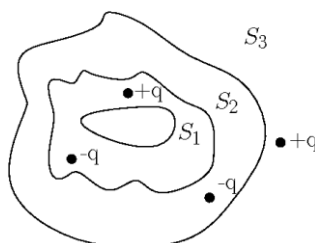
10. На рисунке показана зависимость силы тока от времени в электрической цепи с индуктивностью 1 мГн.



Модуль среднего значения ЭДС самоиндукции на интервале от 10 до 15 с (в мкВ) равен:

- а) 4;
- б) 10;
- в) 20;
- г) 0.

11. Дана система точечных зарядов в вакууме и замкнутые поверхности  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  (рисунок).



Поток вектора напряженности электростатического поля **равен** нулю:

- а) поверхность  $S_3$ ;
- б) поверхность  $S_1$ ;
- в) поверхность  $S_2$ ;
- г) поверхность  $S_1$  и  $S_2$ .

12. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S},$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S},$$

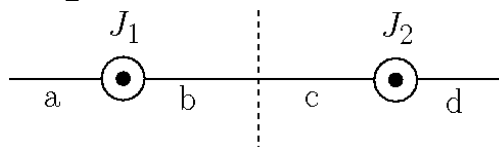
$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV,$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0.$$

Эта система справедлива для переменного электромагнитного поля:

- а) при наличии заряженных тел и токов проводимости;
- б) в отсутствие заряженных тел;
- в) в отсутствие токов проводимости;
- г) в отсутствие заряженных тел и токов проводимости.

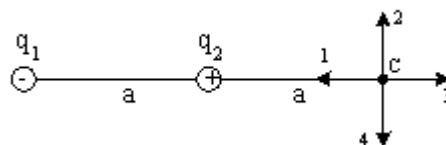
13. На рисунке изображены сечения двух параллельных прямолинейных длинных проводников с одинаково направленными токами, причем  $J_2$  меньше  $J_1$  (например,  $J_2 = \frac{1}{2} J_1$ ).



Индукция  $\vec{B}$  результирующего магнитного поля равна нулю в некоторой точке интервала:

- а) с;
- б) b;
- в) a;
- г) d.

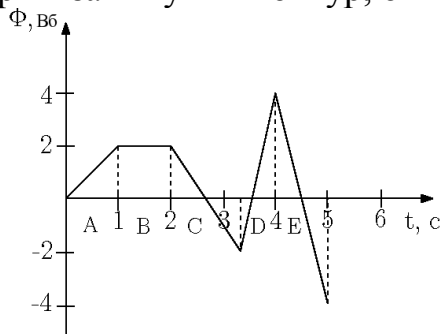
14. Электростатическое поле создано двумя одинаковыми по модулю зарядами  $q_1$  и  $q_2$  (рисунок).



Если  $q_1 = -q$ ,  $q_2 = +q$ , а расстояние между зарядами и от  $q_2$  до точки С равно  $a$ , то вектор напряженности поля в точке С ориентирован в направлении:

- а) 1;
- б) 3;
- в) 2;
- г) 4.

15. На рисунке представлена зависимость магнитного потока, пронизывающего некоторый замкнутый контур, от времени.



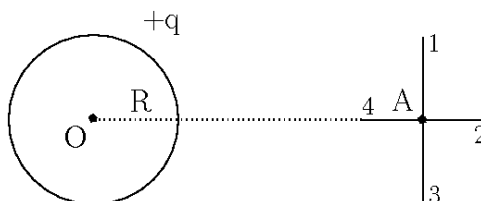
ЭДС индукции в контуре отрицательна и по величине минимальна на интервале:

- а) А;
- б) С;
- в) D;
- г) В;
- д) Е.

16. Точечный заряд  $+q$  находится в центре сферической поверхности. Если увеличить радиус сферической поверхности, то поток вектора напряженности электростатического поля  $\vec{E}$  через поверхность:

- а) не изменится;
- б) увеличится;
- в) уменьшится.

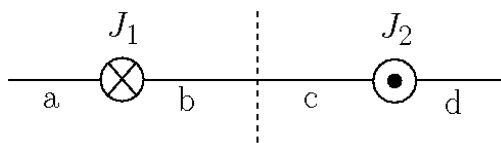
17. Поле создано равномерно заряженной сферической поверхностью с зарядом  $+q$  (рисунок).



Укажите направление вектора градиента потенциала в точке А:

- а) А–3;
- б) А–4;
- в) А–2;
- г) А–1.

18. На рисунке изображены сечения двух параллельных прямолинейных длинных проводников с противоположно направленными токами, причем  $J_2 = 2J_1$ .



Индукция  $\vec{B}$  результирующего магнитного поля равна нулю в некоторой точке участка:

- а) d;
- б) c;
- в) a;
- г) b.

19. Для сегнетоэлектрика **справедливы** утверждения:

- а) в определенном температурном интервале имеет место самопроизвольная поляризация в отсутствии внешнего электрического поля;
- б) диэлектрическая проницаемость зависит от напряженности поля;
- в) в отсутствии внешнего электрического поля дипольные электрические моменты доменов равны нулю.

20. Относительно **статических** электрических и магнитных полей справедливы утверждения:

- а) циркуляция вектора напряженности электростатического поля вдоль произвольного замкнутого контура всегда равна нулю;
- б) циркуляция вектора напряженности магнитного поля вдоль произвольного замкнутого контура всегда равна нулю;
- в) магнитное поле действует только на движущиеся электрические заряды;
- г) электростатическое поле действует как на неподвижные, так и на движущиеся заряды.

21. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S},$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S},$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV,$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0.$$

Следующая система уравнений

$$\begin{aligned} \oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} &= - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}, \\ \oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} &= \int_{(S)} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}, \\ \oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} &= 0, \\ \oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} &= 0 \end{aligned}$$

справедлива для переменного электромагнитного поля:

- а) в отсутствии заряженных тел и токов проводимости;
- б) в отсутствии заряженных тел;
- в) при наличии заряженных тел и токов проводимости;
- г) в отсутствии токов проводимости.

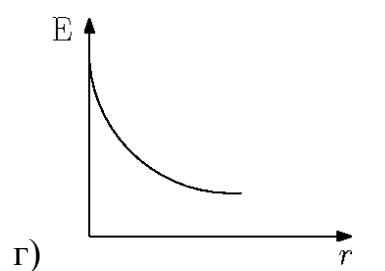
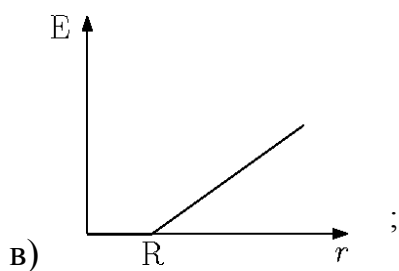
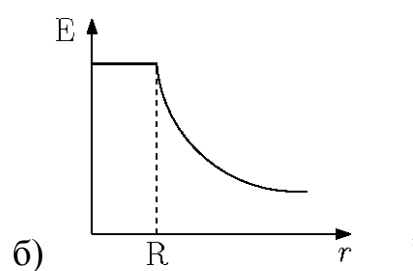
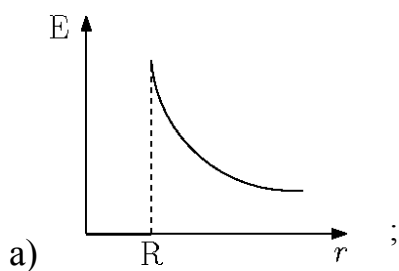
22. В магнитное поле, изменяющееся по закону  $B = 0,1 \cos 4\pi t$ , помещена квадратная рамка со стороной  $a = 10$  см, нормаль к рамке совпадает с направлением изменения поля. ЭДС индукции изменяется по закону:

- а)  $E_i = -4\pi \cdot 10^{-3} \sin 4\pi t$ ;
- б)  $E_i = -10^{-3} \sin 4\pi t$ ;
- в)  $E_i = 10^{-3} \sin 4\pi t$ ;
- г)  $E_i = 4\pi \cdot 10^{-3} \sin 4\pi t$ .

23. Температура Кюри для железа составляет  $768^\circ\text{C}$ . При температуре  $600^\circ\text{C}$  железо является:

- а) ферроэлектриком;
- б) парамагнетиком;
- в) диамагнетиком;
- г) ферромагнетиком.

24. Величина  $E$  электростатического поля, созданного равномерно заряженной сферой радиуса  $R$ , в зависимости от расстояния  $r$  от ее центра:



25. Вещество является однородным изотропным диамагнетиком:

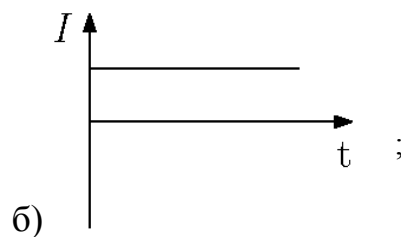
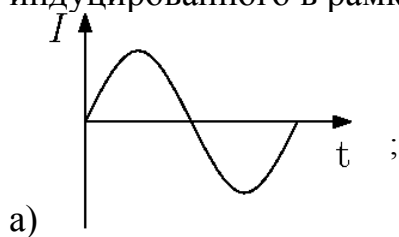
а) если магнитная восприимчивость  $\chi$  мала, намагниченность направлена в сторону, противоположную направлению напряженности  $\vec{H}$ ;

б) если магнитная восприимчивость  $\chi$  велика, намагниченность направлена в ту же сторону, что и вектор напряженности  $\vec{H}$ ;

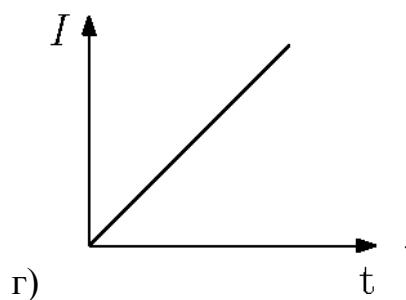
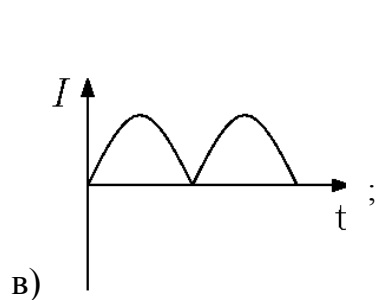
в) если магнитная восприимчивость  $\chi$  мала, намагниченность направлена в ту же сторону, что и вектор напряженности  $\vec{H}$ ;

г) если магнитная восприимчивость  $\chi$  велика, намагниченность направлена в сторону, противоположную направлению напряженности  $\vec{H}$ .

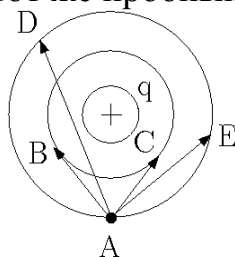
26. Проволочная прямоугольная рамка вращается с постоянной скоростью в магнитном поле. Тогда зависимость силы тока, индуцированного в рамке, от времени:







27. В электростатическом поле точечного заряда  $q$  из точки А в точки В, С, D и Е перемещается один и тот же пробный заряд (рисунок).



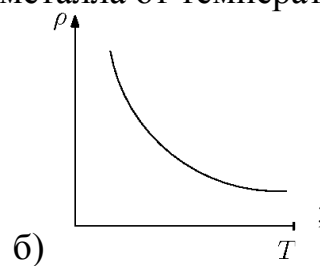
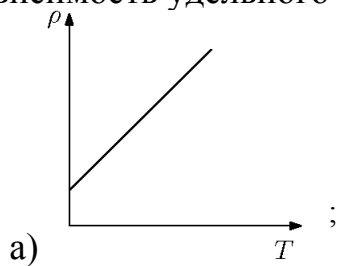
Работа по перемещению заряда равна нулю на участках:

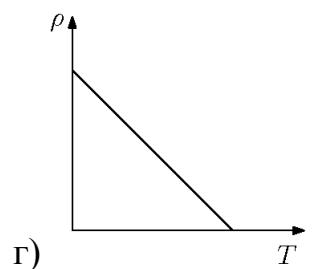
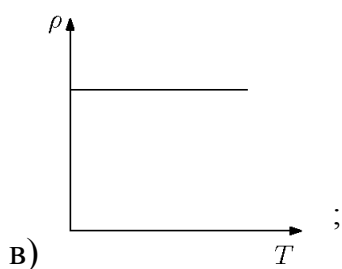
- а) AC и AB;
- б) AD и AE;
- в) AD и AB;
- г) AE и AC.

28. В длинный соленоид поместили ферритный сердечник с магнитной проницаемостью  $\mu$ . Индуктивность соленоиды при этом:

- а) увеличилась в  $(\mu + 1)$  раз;
- б) уменьшилась в  $\mu$  раз;
- в) уменьшилась в  $(\mu + 1)$  раз;
- г) не изменилась;
- д) увеличилась в  $\mu$  раз.

29. Зависимость удельного сопротивления металла от температуры:





30. Напряженность электрического поля точечного заряда при увеличении расстояния от заряда до точки поля:

- а) увеличивается в 4 раза;
- б) уменьшается 16 раз;
- в) увеличивается в 2 раза;
- г) уменьшается в 4 раза.

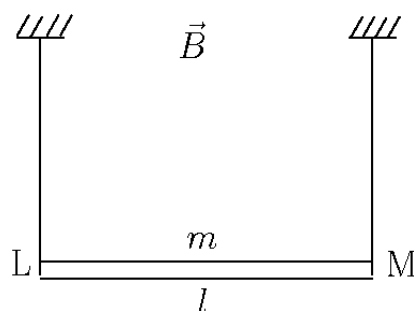
31. Сила тока в катушке изменяется по закону  $I = 5\sin 100t$ . Если индуктивность катушки  $L = 100$  мГн, то магнитный поток, пронизывающий катушку, изменяется по закону:

- а)  $\Phi = 50\sin 100t$ ;
- б)  $\Phi = 50\cos 100t$ ;
- в)  $\Phi = 0,5\sin 100t$ ;
- г)  $\Phi = -0,5\cos 100t$ .

32. Сила тока в проводящем круговом контуре индуктивностью 0,5 Гн изменяется с течением времени по закону  $I = 4 - 0,3t$ . Абсолютная величина ЭДС самоиндукции:

- а) 0,15; индукционный ток направлен по часовой стрелке;
- б) 0,15; индукционный ток направлен против часовой стрелки;
- в) 0,25; индукционный ток направлен по часовой стрелке;
- г) 0,25; индукционный ток направлен против часовой стрелки.

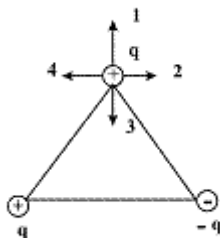
33. На рисунке изображен проводник массой  $m$ , повешенный в магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$  на проводящих нитях, по которым течет ток.



Укажите правильную комбинацию направления вектора магнитной индукции и направления тока в проводнике при условии, что сила натяжения нитей равна 0:

- а) ток в направлении  $L-M$ ; магнитная индукция направлена от нас перпендикулярно плоскости рисунка;
- б) ток в направлении  $M-L$ ; магнитная индукция направлена от нас перпендикулярно плоскости рисунка;
- в) ток в направлении  $L-M$ ; магнитная индукция вниз в плоскости рисунка;
- г) ток в направлении  $M-L$ ; магнитная индукция вверх в плоскости рисунка.

34. В вершинах равностороннего треугольника находятся одинаковые по модулю заряды (рисунок).



Направление силы, действующей на верхний заряд, и направление напряженности поля в месте нахождения этого заряда обозначены векторами:

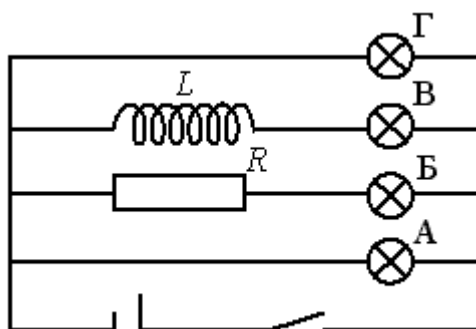
- а) сила – 2, напряженность – 4;
- б) сила – 4, напряженность – 4;
- в) сила – 2, напряженность – 2;
- г) сила – 2, напряженность – 2.

35. Скорость протона, движущегося в однородном магнитном поле, параллельна силовым линиям поля ( $\vec{v} \parallel \vec{B}$ ). Траектория протона представляет собой:

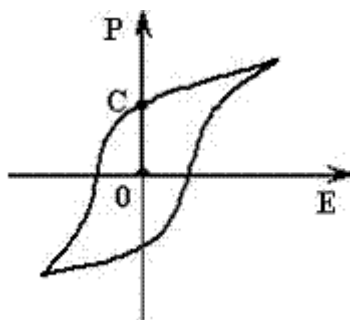
- а) спираль;
- б) окружность;
- в) прямую;
- г) парабола;

36. После замыкания ключа К в цепи, представленной на рисунке, загорится позже других лампочка:

- а) Б;
- б) В;
- в) А;
- г) Г.



37. На рисунке показана зависимость проекции вектора поляризации Р в сегнетоэлектрике от напряженности Е внешнего электрического поля.

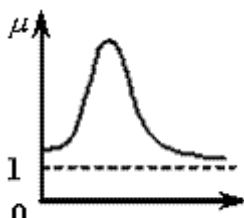


Участок ОС соответствует:

- а) коэрцитивной силе сегнетоэлектрика;
- б) спонтанной поляризации сегнетоэлектрика;
- в) поляризации насыщения сегнетоэлектрика;
- г) остаточной поляризации сегнетоэлектрика.

38. На рисунке приведена зависимость напряженности внешнего магнитного поля  $H$  от  $\mu$ :

- а) для диамагнетика;
- б) для парамагнетика;
- в) для любого магнетика;
- г) для ферромагнетика.



39. Пять веществ имеют различные относительные магнитные проницаемости  $\mu$ . Диамагнетиком среди этих веществ является вещество с магнитной проницаемостью, равной:

- а)  $\mu = 1$ ;
- б)  $\mu = 0,9998$ ;
- в)  $\mu = 2000$ ;
- г)  $\mu = 1,00023$ .

## Колебания и волны

1. Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами. Результирующее колебание имеет **минимальную** амплитуду при разности фаз, равной:

а)  $\frac{\pi}{4}$ ;

б)  $\frac{\pi}{2}$ ;

в)  $\pi$ ;

г) 0.

2. Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами. Результирующее колебание имеет **максимальную** амплитуду при разности фаз, равной:

а)  $\frac{\pi}{2}$ ;

б)  $\frac{\pi}{4}$ ;

в)  $\pi$ ;

г) 0.

3. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси ОХ, имеет вид  $\xi = 0,01\sin(10^3 t - 2x)$ . Период (в мс) равен:

а) 1;

б) 2;

в) 6,28.

4. Вынужденные колебания заряда конденсатора в колебательном контуре описываются уравнением:

а)  $\frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC} q = 0$ ;

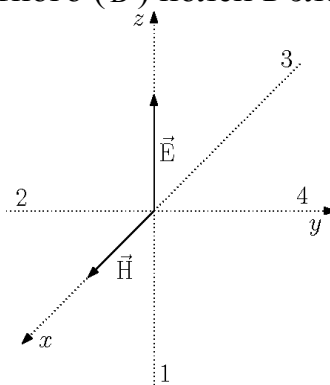
б)  $\frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{LC} q = 0$ ;

в)  $\frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC} q = \frac{U_0}{L} \cos \omega t$ .

5. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси  $OX$ , имеет вид  $\xi = 0,01 \sin 10^3 \left(t - \frac{x}{500}\right)$ . Длина волны (в м) равна:

- а) 3,14;
- б) 1000;
- в) 2.

6. На рисунке показана ориентация векторов напряженности электрического ( $\vec{E}$ ) и магнитного ( $\vec{B}$ ) полей в электромагнитной волне.



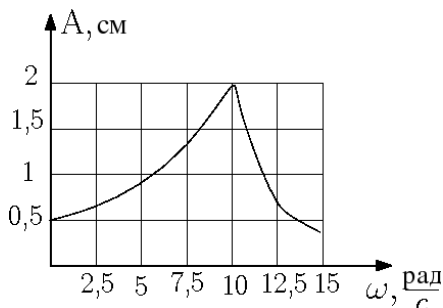
Вектор плотности потока энергии электромагнитного поля ориентирован в направлении:

- а) 2;
- б) 4;
- в) 3;
- г) 1.

7. Сейсмическая упругая волна, падающая под углом  $45^\circ$  на границу раздела между двумя слоями земной коры с различными свойствами, испытывает преломление, причем угол преломления равен  $30^\circ$ . Во второй среде волна распространяется со скоростью 4,0 км/с. В первой среде скорость волны была равна:

- а) 7,8 км/с;
- б) 2,8 км/с;
- в) 1,4 км/с;
- г) 5,6 км/с.

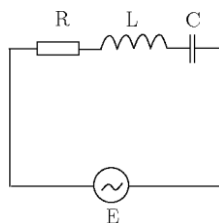
8. На рисунке представлена зависимость амплитуды вынужденных колебаний груза на пружине с жесткостью  $k = 10 \text{ Н/м}$  от частоты внешней силы.



При малом затухании в системе масса колеблющегося груза:

- а) 10;
- б) 0,01;
- в) 0,1;
- г) 1000.

9. Колебательный контур состоит из последовательно соединенных емкости, индуктивности и резистора. К контуру подключено переменное напряжение (рисунок).



При некоторой частоте внешнего напряжения амплитуды падений напряжений на элементах цепи соответственно равны  $U_R = 4 \text{ В}$ ;  $U_L = 3 \text{ В}$ ;  $U_C = 6 \text{ В}$ . При этом амплитуда приложенного напряжения равна:

- а) 5 В;
- б) 13 В;
- в) 4 В;
- г) 3 В.

10. Для поперечной волны справедливо утверждение:

- а) частицы среды колеблются в направлении распространения волны;
- б) частицы среды колеблются в направлениях, перпендикулярных направлению распространения волны;
- в) возникновение волны связано с деформацией сжатия-растяжения.



11. Материальная точка совершает гармонические колебания по закону  $x = 0,3(2\pi t/3 + \pi/4)$ . Максимальное значение скорости точки равно:

- а)  $0,2\pi$  м/с;
- б)  $2\pi$  м/с;
- в)  $0,1\pi$  м/с;
- г)  $\pi$  м/с.

12. Уменьшение амплитуды колебаний в системе с затуханием характеризуется временем релаксации. Если при неизменном омическом сопротивлении в колебательном контуре увеличить в 2 раза индуктивность катушки, то время релаксации:

- а) уменьшится в 2 раза;
- б) увеличится в 2 раза;
- в) уменьшится в 4 раза;
- г) увеличится в 4 раза.

**Волновая и квантовая оптика**

1. При падении света из воздуха на диэлектрик отраженный луч полностью поляризован при угле падения  $60^\circ$ . При этом показатель преломления диэлектрика равен:

- а) 1,73;
- б) 2,0;
- в) 1,5;
- г) 1,41.

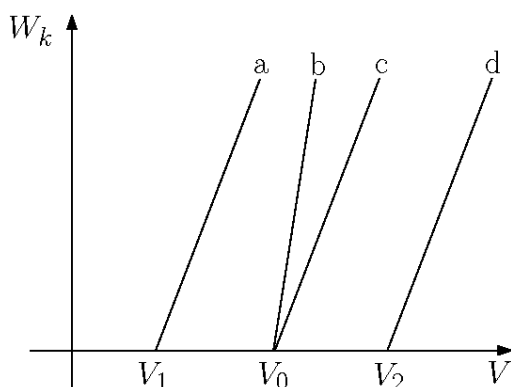
2. Плотность потока электромагнитной энергии имеет размерность:

- а)  $\text{В} \cdot \text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^2$ ;
- б)  $\text{В} \cdot \text{А} \cdot \text{с} / \text{м}^2$ ;
- в)  $\text{В} \cdot \text{А} \cdot \text{м}^2$ ;
- г)  $\text{В} \cdot \text{А} / \text{м}^2$ .

3. Если увеличить в 2 раза объемную плотность световой энергии, то давление света:

- а) останется неизменным;
- б) увеличится в 4 раза;
- в) увеличится в 2 раза.

4. В опытах по внешнему фотоэффекту изучалась зависимость энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для некоторого материала

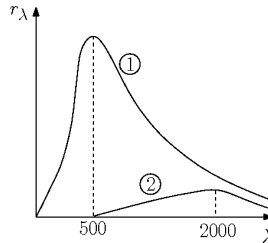


фотокатода исследованная зависимость на рисунке представлена линией с. При замене материала фотокатода на материал с **большей работой выхода** зависимость будет соответствовать прямой:

- а) а, параллельной линии с;

- б) d, параллельной линии c;
- в) b, имеющей больший угол наклона, чем линия c;
- г) c, т. е. остается той же самой.

5. На рисунке показаны кривые зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при разных температурах.



Если длина волны, соответствующая максимуму излучения, уменьшилась в 4 раза, то температура абсолютно черного тела:

- а) увеличилась в 4 раза;
- б) увеличилась в 2 раза;
- в) уменьшилась в 2 раза;
- г) уменьшилась в 4 раза.

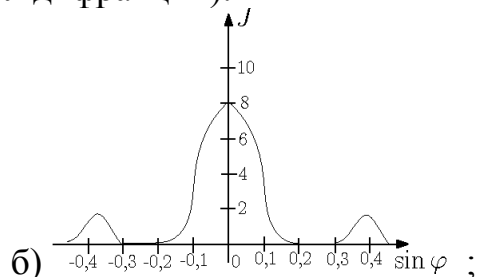
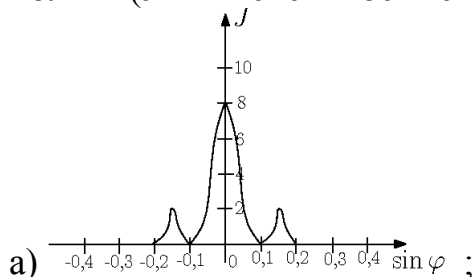
6. Тонкая пленка вследствие явления интерференции в отраженном свете имеет зеленый цвет. При уменьшении толщины пленки ее цвет:

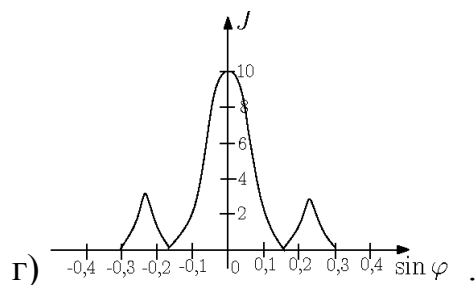
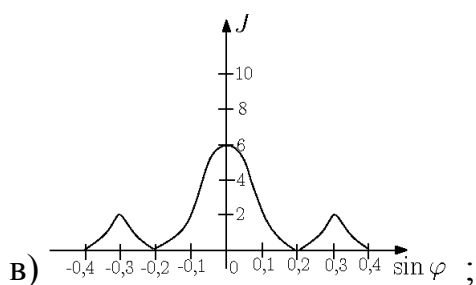
- а) станет синим;
- б) не изменится;
- в) станет красным.

7. Если зачерненную пластинку, на которую падает свет, заменить на зеркальную той же площади, то световое давление:

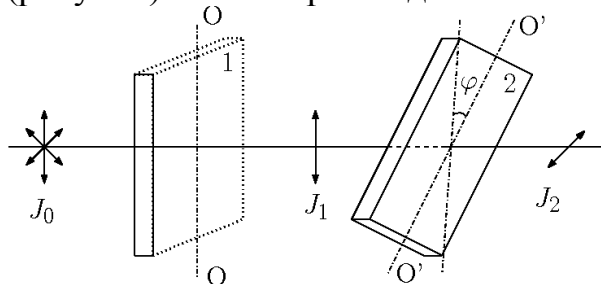
- а) уменьшится в 2 раза;
- б) останется неизменным;
- в) увеличится в 2 раза.

8. Одна и та же дифракционная решетка освещается различными монохроматическими излучениями с разными интенсивностями. Какой рисунок соответствует случаю освещения светом с **наибольшей длиной волны** ( $J$  – интенсивность света,  $\varphi$  – угол дифракции):





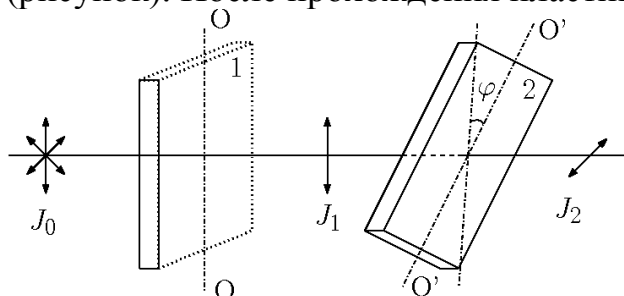
9. На пути естественного света помещены две пластинки турмалина (рисунок). После прохождения пластинки 1 свет полностью поляризован.



Если  $J_1$  и  $J_2$  – интенсивности света, прошедшего пластинки 1 и 2 соответственно, и угол между направлениями  $OO$  и  $O'O'$   $\varphi = 0^\circ$ , то  $J_1$  и  $J_2$  связаны соотношением:

- а)  $J_2 = 0$ ;
- б)  $J_2 = J_1$ ;
- в)  $J_2 = \frac{J_1}{2}$ ;
- г)  $J_2 = \frac{J_1}{4}$ .

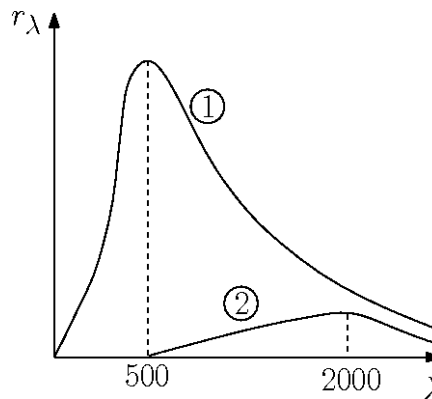
10. На пути естественного света помещены две пластинки турмалина (рисунок). После прохождения пластинки 1 свет полностью поляризован.



Если  $J_1$  и  $J_2$  – интенсивности света, прошедшего пластинки 1 и 2 соответственно, и  $J_2 = 0$ , то угол между направлениями  $OO$  и  $O'O'$  равен:

- а)  $60^\circ$ ;
- б)  $90^\circ$ ;
- в)  $30^\circ$ ;
- г)  $0^\circ$ .

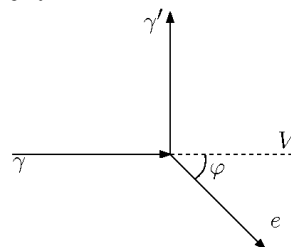
11. На рисунке показаны кривые зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при разных температурах.



Если кривая 1 соответствует спектру излучения абсолютно черного тела при температуре 6000 К, то кривая 2 соответствует температуре (в К):

- а) 750;
- б) 1500;
- в) 1000;
- г) 3000.

12. На рисунке показаны направления падающего фотона ( $\gamma$ ), рассеянного фотона ( $\gamma'$ ) и электрона отдачи ( $e$ ). Угол рассеяния  $90^\circ$ , направление движения электрона отдачи составляет с направлением падающего фотона угол  $\varphi = 30^\circ$ .



Если импульс падающего фотона  $3 \text{ (МэВ} \cdot \text{с)}/\text{м}$ , то импульс электрона отдачи (в тех же единицах) равен:

- а) 1,5;
- б)  $1,5\sqrt{3}$ ;
- в)  $\sqrt{3}$ ;
- г)  $2\sqrt{3}$ .

13. Если закрыть  $n$  открытых зон Френеля, а открыть только первую, то амплитудное значение вектора напряженности электрического поля:

- а) увеличится в  $n$  раз;
- б) не изменится;
- в) уменьшится в 2 раза;
- г) увеличится в 2 раза.

14. На идеальный поляризатор падает свет интенсивности  $J_{\text{ест}}$  от обычного источника. При вращении поляризатора вокруг направления распространения луча интенсивность света за поляризатором:

- а) не меняется и равна  $\frac{1}{2}J_{\text{ест}}$ ;
- б) не меняется и равна  $J_{\text{ест}}$ ;
- в) меняется от  $J_{\text{ест}}$  до  $J_{\text{max}}$ ;
- г) меняется от  $J_{\text{min}}$  до  $J_{\text{max}}$ .

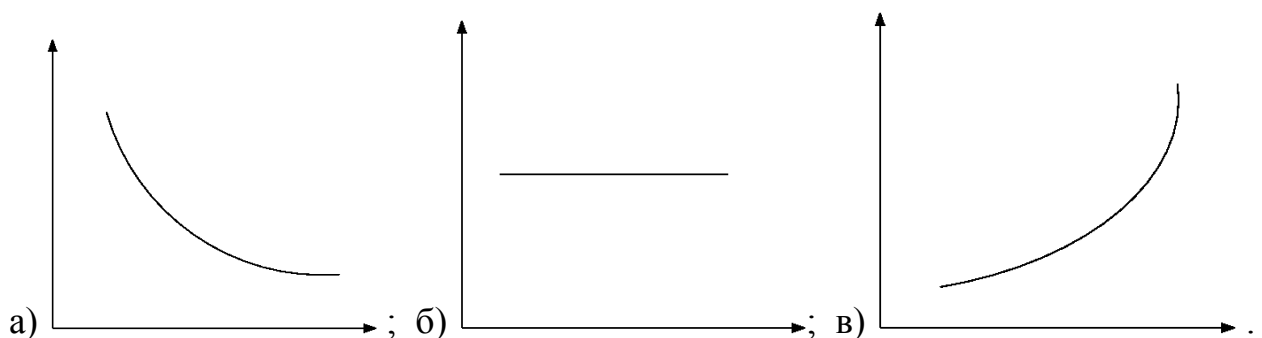
15. Дифракционная решетка освещается зеленым светом. При освещении ее красным светом картина на экране:

- а) не изменится;
- б) расширится;
- в) ответ неоднозначный, так как зависит от параметра решетки;
- г) исчезнет;
- д) сузится.

16. Разность хода двух интерференционных лучей равна  $\frac{\lambda}{4}$ . Разность фаз колебаний тогда:

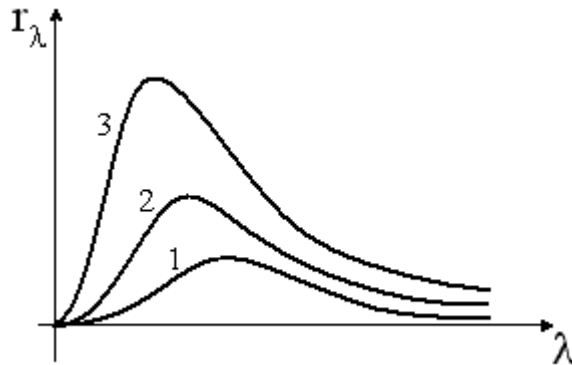
- а)  $60^\circ$ ;
- б)  $30^\circ$ ;
- в)  $90^\circ$ ;
- г)  $45^\circ$ .

17. Зависимость показателя преломления  $n$  вещества от длины волны  $\lambda$  при нормальной дисперсии отражена на рисунке:



18. На рисунке представлены графики зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при различных температурах. Наименьшей температуре соответствует график:

- а) 1;
- б) 3;
- в) 2.



19. Появление цветных радужных пятен на поверхности воды, покрытых тонкой бензиновой или масляной пленкой, является следствием явления:

- а) дифракции света;
- б) интерференции света;
- в) дисперсии света;
- г) поляризации света.

20. Если за непрозрачным диском, освещенным ярким источником света небольшого размера, поставить обратимую фотопленку, исключив попадание на нее отразившихся от стен комнаты лучей, то при ее проявлении после большой выдержки в центре тени можно обнаружить светлое пятно. При этом наблюдается:

- а) дифракция света;
- б) интерференция света;
- в) дисперсия света;
- г) поляризация света.

21. На зеркальную пластинку падает поток света. Если число фотонов, падающих на единицу поверхности в единицу времени, увеличить в два раза, а зеркальную пластинку заменить на черную, то световое давление:

- а) увеличится в 2 раза;
- б) останется неизменным;
- в) уменьшится в 2 раза;
- г) уменьшится в 4 раза.

## Квантовая физика и физика атома

1. Стационарным уравнением Шредингера для частицы в одномерном ящике с бесконечно высокими стенками является уравнение:

а)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0;$

б)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0;$

в)  $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \psi = 0;$

г)  $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0.$

2. Время жизни атома в возбужденном состоянии  $\tau = 10$  нс. Учитывая, что постоянная Планка  $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16}$  эВ·с, ширина энергетического уровня (в эВ) составляет не менее:

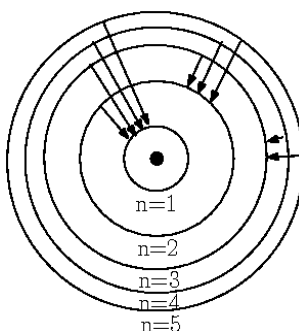
а)  $1,5 \cdot 10^{-8};$

б)  $1,5 \cdot 10^{-10};$

в)  $6,6 \cdot 10^{-10};$

г)  $6,6 \cdot 10^{-8}.$

3. На рисунке изображены стационарные орбиты атома водорода согласно модели Бора, а также условно изображены переходы электрона с одной стационарной орбиты на другую, сопровождающиеся излучением кванта энергии. В ультрафиолетовой области спектра эти переходы дают серию Лаймана, в видимой – серию Бальмера, в инфракрасной – серию Пашена.





Наибольшей частоте кванта в серии Пашена соответствует переход:

- а)  $n = 3 \rightarrow n = 2$ ;
- б)  $n = 5 \rightarrow n = 3$ ;
- в)  $n = 5 \rightarrow n = 2$ ;
- г)  $n = 4 \rightarrow n = 3$ .

4. Стационарным уравнением Шредингера для электрона в водородоподобном ионе является уравнение:

а)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2})\psi = 0$ ;

б)  $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}E\psi = 0$ ;

в)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}E\psi = 0$ ;

г)  $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r})\psi = 0$ .

5. Вероятность обнаружить электрон на участке (а, б) одномерного потенциального ящика с бесконечно высокими стенками вычисляется по

формуле  $W = \int_a^b \omega dx$ , где  $\omega$  – плотность вероятности, определяемая

$\psi$ -функцией. Если  $\psi$ -функция имеет вид, указанный на рисунке, то

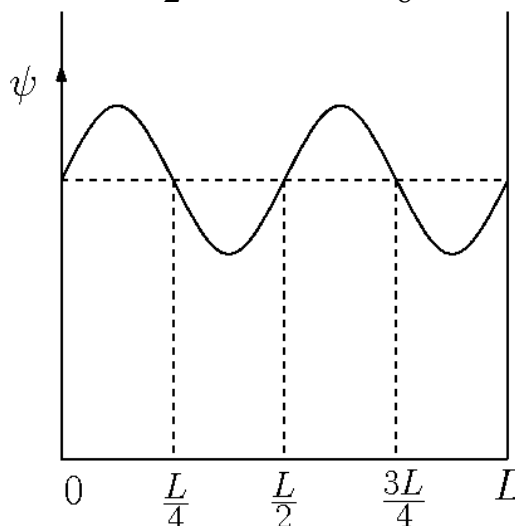
вероятность обнаружить электрон на участке  $\frac{L}{8} < x < \frac{L}{2}$  равна:

а)  $\frac{1}{4}$ ;

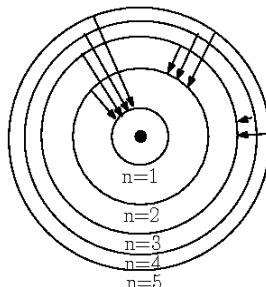
б)  $\frac{1}{2}$ ;

в)  $\frac{3}{8}$ ;

г)  $\frac{5}{8}$ .



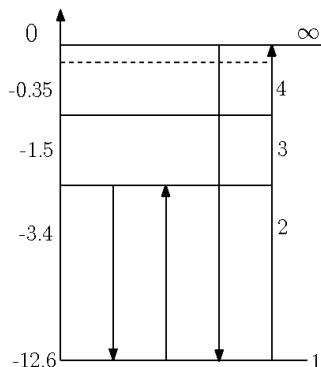
6. На рисунке изображены стационарные орбиты атома водорода согласно модели Бора, а также условно изображены переходы электрона с одной стационарной орбиты на другую, сопровождающиеся излучением кванта энергии. В ультрафиолетовой области спектра эти переходы дают серию Лаймана, в видимой – серию Бальмера, в инфракрасной – серию Пашена.



Наибольшей частоте кванта в серии Лаймана соответствует переход:

- а)  $n = 3 \rightarrow n = 2$ ;
- б)  $n = 5 \rightarrow n = 3$ ;
- в)  $n = 5 \rightarrow n = 1$ ;
- г)  $n = 2 \rightarrow n = 1$ .

7. На рисунке схематически представлена система энергетических уровней атома водорода.



При переходе между какими уровнями испускается квант света с наименьшей частотой:

- а)  $\infty \rightarrow 1$ ;
- б)  $1 \rightarrow \infty$ ;
- в)  $2 \rightarrow 1$ ;
- г)  $1 \rightarrow 2$ .

8. Положение пылинки массой 1 мкг определено с неопределенностью  $\Delta x = 0,1$  мкм. Учитывая, что постоянная Планка  $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$  Дж·с, неопределенность скорости  $\Delta V_x$  (в м/с) будет не менее:

- а)  $1,05 \cdot 10^{-21}$ ;
- б)  $1,05 \cdot 10^{-24}$ ;
- в)  $1,05 \cdot 10^{-15}$ ;
- г)  $1,05 \cdot 10^{-27}$ .

9. Стационарным уравнением Шредингера для линейного гармонического осциллятора является уравнение:

а)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0;$

б)  $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r})\psi = 0;$

в)  $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0;$

г)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2})\psi = 0.$

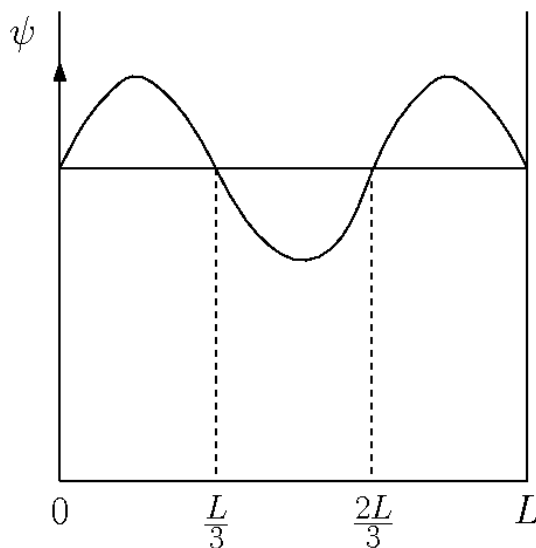
10. Вероятность обнаружить электрон на участке (а, б) одномерного потенциального ящика с бесконечно высокими стенками вычисляется по формуле  $W = \int_a^b \omega dx$ , где  $\omega$  – плотность вероятности, определяемая  $\psi$ -функцией. Если  $\psi$ -функция имеет вид, указанный на рисунке, то вероятность обнаружить электрон на участке  $\frac{L}{6} < x < \frac{L}{2}$  равна:

а)  $\frac{1}{2};$

б)  $\frac{5}{6};$

в)  $\frac{1}{3};$

г)  $\frac{2}{3}.$

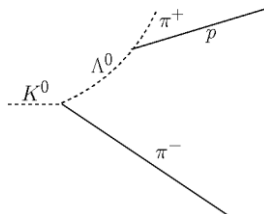


11. Если частицы имеют одинаковую длину волны де Бройля, то наименьшей скоростью обладает:

- а) нейтроны;
- б)  $\alpha$ -частица;
- в) позитрон;
- г) протоны.

## Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц

1. На рисунке показано взаимодействие  $K^0$ -мезона с протоном в водородной пузырьковой камере, которое идет по схеме  $K^0 + p \rightarrow \Lambda^0 + \pi^+ + p$ .



Если спин  $\pi$ -мезона  $S_\pi = 0$ , то спин  $K^0$ -мезона:

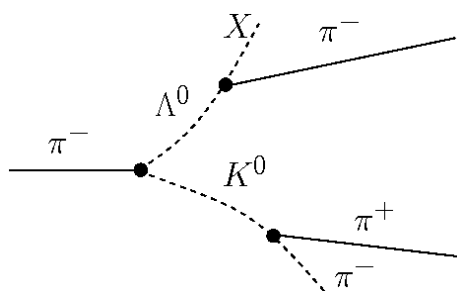
- а)  $S_{K^0} = \frac{1}{2}$ ;
- б)  $S_{K^0} = 0$ ;
- в)  $S_{K^0} = 1$ .

2. В процессе сильного взаимодействия принимают участие:

- а) фотоны;
- б) нейтроны;
- в) электроны.

3. На рисунке показано взаимодействие  $\pi$ -мезона с протоном в водородной пузырьковой камере, которое идет по схеме

$$\pi^- + p \rightarrow \Lambda^0 + X + \pi^-$$



Если спин  $\pi$ -мезона  $S_\pi = 0$ , то спин  $X$  будет:

- а)  $S_X = 1$ ;
- б)  $S_X = \frac{1}{2}$ ;
- в)  $S_X = 0$ .

4. В процессе электромагнитного взаимодействия принимают участие:

- а) нейтроны;
- б) нейтрино;
- в) протоны.

5. На рисунке показана кварковая диаграмма захвата нуклоном  $\mu^-$  - мезона.

Эта диаграмма соответствует реакции:

- а)  $\mu^- + p \rightarrow n + \nu_\mu$ ;
- б)  $\mu^- + n \rightarrow \bar{n} + \nu_\mu$ ;
- в)  $\mu^- + n \rightarrow p + \nu_\mu$ ;
- г)  $\mu^- + p \rightarrow \bar{p} + \nu_\mu$ .

6. В сильно взаимодействии НЕ принимают участие:

- а) электроны;
- б) фотоны;
- в) нейтроны;
- г) протоны.

7. Реакция  $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_e + \nu_\mu$  **не может** идти из-за нарушения закона сохранения:

- а) электрического заряда;
- б) лептонного заряда;
- в) спинного заряда;
- г) барионного заряда.

8. Если через время  $\tau$  не распавшимися остались 25 % радиоактивных атомов, то это время равно:

- а) двум периодам полураспада;
- б) четырем периодам полураспада;
- в) периоду полураспада;
- г) 1/2 периода полураспада.

9. Второй продукт ядерной реакции, осуществленной Резерфордом,  
 ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + X \dots$ :

- а)  ${}_0^1n$ ;
- б)  $\alpha$ -частица;
- в)  $e^-$ ;
- г)  ${}_1^1p$ ;
- д)  $\gamma$ -квант.

10. Законом сохранения спинного момента запрещена реакция:

- а)  $\gamma + e^- \rightarrow e^- + e^- + e^+$ ;
- б)  $\nu_\mu + e^- \rightarrow \nu_e + \mu^-$ ;
- в)  $e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma$ ;
- г)  $p + \gamma \rightarrow n + e^+$ .

11. Реакция  $p + n \rightarrow e^+ + \nu_e$  не может идти из-за нарушения закона сохранения:

- а) спинного момента импульса;
- б) электрического заряда;
- в) барионного заряда;
- г) лептонного заряда.

12. Два ядра  ${}^4_2\text{He}$  слились – был излучен протон. В результате образовалось ядро:

- а)  ${}^6_4\text{Be}$ ;
- б)  ${}^6_3\text{Li}$ ;
- в)  ${}^7_4\text{Be}$ ;
- г)  ${}^7_3\text{Li}$ ;
- д)  ${}^8_3\text{Li}$ .

13. Законом сохранения барионного заряда запрещена реакция:

- а)  $\gamma + e^- \rightarrow e^- + e^- + e^+$ ;
- б)  $\bar{p} + p \rightarrow \bar{n} + n$ ;
- в)  $n + p + \nu_e \rightarrow e^+$ ;
- г)  $\nu_e + n \rightarrow p + e^-$ .

14. При бомбардировке ядер изотопа азота  ${}^{14}_7\text{N}$  нейтронами образуется изотоп бора  ${}^{11}_5\text{B}$ . Еще в ядерной реакции образуется:

- а) p;
- б)  $\alpha$ -частица;
- в) n;
- г) 2p;
- д) 2n.

15. Позитрон является античастицей:

- а) по отношению к протону;
- б) по отношению к электрону;
- в) по отношению к нейтрону;
- г) по отношению к нейтрино;
- д) по отношению к фотону.

16. Периодом полураспада называется:

- а) время, в течение которого распадается половина наличного количества атомов радиоактивного элемента;
- б) время, в течение которого концентрация распавшихся ядер увеличивается в  $e$  раз;
- в) время между распадами двух ядер радиоактивного элемента;
- г) время, в течение которого распадаются все атомы радиоактивного элемента.



## Ответы

### Механика

1-а	7-Г	13-б	19-в	25-Г
2-в	8-в	14-в	20-а	26-б
3-Г	9-в	15-а	21-б	27-б
4-б	10-а	16-Г	22-д	28-а
5-Г	11-в	17-в	23-б	29-в
6-а	12-б	18-а	24-Г	30-Г
				31-а

### Молекулярная физика и термодинамика

1-в	7-в	13-б
2-а	8-б	14-в
3-Г	9-а,б	15-в
4-в	10-а	16-в
5-Г	11-а	17-б
6-б	12-в	18-а

### Электричество и магнетизм

1-в	9-б	17-б	25-а	33-а
2-в	10-Г	18-а	26-а	34-Г
3-в	11-б	19-а	27-б	35-в
4-в	12-в	20-а, в	28-д	36-б
5-Г	13-а	21-Г	29-а	37-Г
6-а	14-б	22-Г	30-б	38-Г
7-в	15-а	23-Г	31-в	39-б
8-б	16-а	24-а	32-а	

### Колебания и волны

1-в	4-в	7-Г	10-б
2-Г	5-а	8-в	11-а
3-в	6-б	9-а	12-б

**Волновая и квантовая оптика**

1-а	6-а	11-б	16-в	21-б
2-г	7-в	12-г	17-а	
3-в	8-б	13-г	18-а	
4-б	9-б	14-г	19-б	
5-а	10-б	15-б	20-а	

**Квантовая физика и физика атома**

1-г	4-г	7-а	10-а
2-г	5-в	8-а	11-б
3-б	6-в	9-г	

**Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц**

1-б	4-в	7-в	10-б	13-в
2-б	5-а	8-а	11-в	14-г
3-б	6-а	9-г	12-г	15-б
				16-а